



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

LOAD-BEARING STRUCTURE OF THE FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eliška Kabrhelová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Eliška Kabrhelová
NÁZEV	Nosná konstrukce rodinného domu
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Martin Zlámal, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie.

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Navrhnete nosnou konstrukci rodinného domu.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části v rozsahu určeném vedoucím práce.

Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně případné kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh a posouzení nosné konstrukce rodinného domu. Model železobetonové konstrukce je vytvořen v programu RFEM. Železobetonové prvky jsou posouzeny v souladu s ČSN EN 1992-1-1. Kromě statického výpočtu je součástí dokumentace technická zpráva a výkresy tvaru a výztuže.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rodinný dům, železobetonová monolitická konstrukce, stropní deska, nosné stěny, základové pasy, statický výpočet, technická zpráva, výkres tvaru, výkres výztuže

ABSTRACT

Master's thesis is focused on the design and assessment of load-bearing structure of the family house. Model reinforced concrete structure is created in RFEM. Elements of reinforced concrete are Assessed in accordance with EN 1992-1-1. Excepting static calculation is part of documentation the technical report and drawings shape and reinforcement.

KEYWORDS

Family house, reinforced concrete structure, ceiling slab, bearing walls, footings, static calculation, technical report, drawing of shape, drawing of reinforcement

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Eliška Kabrhelová *Nosná konstrukce rodinného domu*. Brno, 2017. 18 s., 146 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Eliška Kabrhelová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Zlámalovi, Ph.D. za poskytnutý čas, věcné rady a odborné vedení práce.

Také bych ráda poděkovala rodičům za podporu při studiu.

OBSAH

Úvod	9
Technická zpráva	10
1. Základní informace o stavbě.....	11
1.1. Popis stavby	11
1.2. Nosné konstrukce.....	11
1.3. Nenosné konstrukce	11
2. Materiály	11
2.1. Beton	11
2.2. Výztuž.....	12
3. Zatížení	12
3.1. Kombinace zatížení.....	12
4. Statický výpočet a dimenzování.....	13
4.1. Statické řešení	13
4.2. Statický výpočet	13
4.3. Dimenzování	13
5. Provádění	13
Závěr	15
Seznam použitých zdrojů	16
Seznam příloh	17

ÚVOD

Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení nosných prvků železobetonové monolitické konstrukce horní stavby rodinného domu dle mezního stavu únosnosti a ověření velikosti průhybu.

Model železobetonové konstrukce bude vytvořen v programu RFEM.

Hlavním výstupem práce kromě statického výpočtu je zhotovení výkresové dokumentace dimenzovaných prvků, která zahrnuje výkresy tvaru a výkresy výztuže.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eliška Kabrhelová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

BRNO 2017

1. Základní informace o stavbě

1.1. Popis stavby

Rodinný dům je dvoupodlažní objekt, částečně podsklepený s pultovou střechou. Objekt je obdélníkového půdorysu o celkových vnějších rozměrech 17,65 m x 12,85 m. Terén v místě objektu je výrazně členitý. Konstrukce objektu je navržena jako monolitická.

1.2. Nosné konstrukce

1.2.1. Svislé konstrukce

Nosné zdivo je monolitické železobetonové z betonu C20/25 v tloušťce 150 mm. Obvodové stěny v podsklepené části přiléhající k terénu tvoří zároveň opěrnou stěnu. Jsou provedeny jako železobetonové, monolitické z betonu C20/25 v tl. 150 mm. Obvodové stěny budou opatřeny z vnější strany tepelnou izolací v tl. 120 mm.

1.2.2. Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena monolitickou železobetonovou deskou z betonu C20/25 o tloušťce 200 mm. Ztužující věnce nejsou navrženy – vodorovné ztužení je zajištěno tuhou stropní deskou.

1.2.3. Základové konstrukce

Dům je založen na železobetonových jednostupňových pasech. Základové konstrukce jsou založeny na podkladním prostém betonu tloušťky 100 mm.

1.2.4. Schodiště

Hlavní schodiště tvoří železobetonové schodišťové stupně jednostranně vetknuté do nosné stěny. Má 17 stupňů, rozměr stupně je 300 mm x 100 mm a vyložení 1,0 m. Vedlejší dvouramenné schodiště je tvořeno dvakrát zalomenýma deskami s nadbetonovanými stupni. Schodiště má v každém rameni 8 stupňů. Schodišťové desky mají tloušťku 150 mm, podesty 200 mm.

1.3. Nenosné konstrukce

Příčky v interiéru budou sádkartonové v tloušťce 100 mm.

2. Materiály

2.1. Beton

Veškeré železobetonové konstrukce jsou zhotoveny z betonu C20/25. Charakteristické vlastnosti použitého betonu: $f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20/1,5 = 13,33 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0,05} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 0,00350$$

2.2. Výztuž

2.2.1. Nosná výztuž

Pro vyztužení betonových konstrukcí je použita ocel s označením B550 B.

Charakteristické vlastnosti použité oceli:

$$f_{yk} = 550,0 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 550/1,15 = 478,26 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 0,00239$$

3. Zatížení

Stálé zatížení - zatížení vlastní tíhou – objemová tíha betonu je určena dle platné normy

- ostatní stálé zatížení – uvažovaná tíha podlah, zděných stěn a příček, zábradlí

Užitné zatížení – zatížení dle účelu místnosti

Klimatické zatížení - zatížení sněhem – sněhová oblast VII

- zatížení větrem – větrová oblast III

Podrobný rozpis zatížení konstrukcí stálým a užitným zatížením je rozepsán v příloze P2-Statický výpočet.

Zatížení je navrženo podle platných norem:

[2] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

[3] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem.

3.1. Kombinace zatížení

Kombinace zatěžovacích stavů byly vytvořeny podle normy a národní přílohy.

[1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.

$$\Sigma \gamma_G \times G_k + \gamma_P \times P + \gamma_{Q,1} \times \psi_0 \times Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \times \psi_0 \times Q_{k,i} \quad 6.10 \text{ a)}$$

$$\Sigma \zeta_i \times \gamma_G \times G_k + \gamma_P \times P + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \times \psi_0 \times Q_{k,i} \quad 6.10 \text{ b)}$$

4. Statický výpočet a dimenzování

4.1. Statické řešení

Stropní konstrukce tloušťky 200 mm je řešena křížem vyztužená deska. Je podepřena a vetknuta do obvodových stěn o tloušťce 150 mm. Stěny jsou vetknuty do základových pasů.

4.2. Statický výpočet

Výpočet vnitřních sil je provedeno pomocí programu Dlabal RFEM 5.07.03.

4.3. Dimenzování

Navržená výztuž:

- Stropní deska SD2
 - horní povrch: základní síť \varnothing 10 mm po 300 mm doplněná výztuží \varnothing 10 mm do sítě po 150 mm nebo 100 mm v obou směrech (viz. výkres č. V1.01)
 - dolní povrch: základní síť \varnothing 10 mm po 300 mm doplněná výztuží \varnothing 10 mm do sítě po 150 mm (viz. výkres č. V1.02)
- Obvodová stěna S1
 - svislá nosná výztuž \varnothing 16 mm po 150 nebo 75 mm doplněná konstrukční výztuží \varnothing 8 po 150 mm
 - vodorovná nosná výztuž \varnothing 20 mm po 100 mm a \varnothing 16 mm po 200 mm nebo 100 mm, konstrukční výztuž \varnothing 8 mm po 200 mm (viz. výkresy č. V1.04 a V1.05)
- Obvodová stěna S2
 - základní síť \varnothing 8 mm po 150 mm v obou směrech (viz. výkresy č. V1.06 a V1.07)
- Schodišťový stupeň
 - podélná výztuž 3 \varnothing 8 mm, třmínky \varnothing 6 mm po 50 mm (viz. výkres č. V1.03)

Návrh a posouzení všech konstrukcí jsou provedeny podle normy v příloze P3/ Statický výpočet. Součástí jsou i výkresy tvaru a navržené výztuže v příloze P2/ Výkresy tvaru a výztuže.

5. Provádění

• Bednění

Bednění musí zajistit dostatečnou únosnost a tuhost tak, aby nedošlo vlivem hmotnosti mokré betonové směsi k jeho nechtěné deformaci, netěsnosti a vytékání betonu či kolapsu konstrukce bednění. Tyto vlastnosti musí zajistit také po provedení betonáže.

• Výztuž

Výztuž desek a stěn bude vázána přímo na místě ve dvou kolmých směrech. Armatura bude spojována vázacím drátem.

Je nutné dodržet předepsanou tloušťku krycí vrstvy. Výztuž musí být kladena podle armovacích výkresů.

- *Betonáž*

Výroba betonu, doprava, ukládání, hutnění a ošetřování betonu musí splňovat požadavky platných norem. Betonáž se nesmí provádět při teplotě nižší než 5°C.

Betonují se především celé pracovní záběry, pokud je to technologicky možné. Pracovní spáry musí být řádně ošetřeny. Finální úprava povrchu se provede stáhnutím pomocí dřevěných hladítek.

- *Ošetřování a odbedňování*

Po dokončení betonáže musí být beton dostatečně ošetřován (zvlhčování povrchu betonu). Odbedňování může začít nejdříve v době kdy beton získá alespoň 70 % pevnost (přibližně 21 dnů).

ZÁVĚR

Výstupem diplomové práce je návrh a posouzení horní stavby železobetonového rodinného domu podle platných norem a předpisů. Součástí jsou výkresy výztuže.

Stropní deska nad prvním nadzemním podlažím je navržena na 1. mezní stav únosnosti a je ověřený průhyb desky.

Součástí práce jsou výkresy výztuže jednotlivých povrchů desky.

V případě obvodových stěn byla únosnost ověřena interakčním diagramem.

Součástí práce je i návrh a posouzení hlavního schodiště. Tvoří jej vykonzolované schodišťové stupně.

Pro výpočet vnitřních sil jsem použila program RFEM společnosti Dlubal. Byla to pro mne velká zkušenost při modelování tak rozsáhlé konstrukce.

Návrh všech dimenzovaných konstrukcí vyhoví na 1. mezní stav únosnosti a průhyb podle ČSN EN 1992 – 1 – 1.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

NORMY

[1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.

[2] ČSN EN 1991 – 1 – 1: Zatížení konstrukcí – část 1 - 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

[3] ČSN EN 1991 - 1 – 3: Zatížení konstrukcí – Část 1 – 3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem.

[4] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

WEBOVÉ STRÁNKY

[5] Ing. Švaříčková, I., Ph.D, URL: <<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i>>[citace 2017-01-12].
Dostupné z URL: <<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i>>

SOFTWARE

Dlubal RFEM 5.07.03

AutoCAD 2010

Microsoft Office Word 2016

Microsoft Office Excel 2016

SEZNAM PŘÍLOH

P1/ POUŽITÉ PODKLADY

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE:	S1.01	SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	1:2000
	S1.02	SITUACE	1:500
	S1.03	PŮDORYS 1S	1:100
	S1.04	PŮDORYS 1NP	1:100
	S1.05	PŮDORYS 2NP	1:100
	S1.06	ŘEZ A-A	1:100
	S1.07	JZ A JV POHLED	1:100
	S1.08	SZ A SV POHLED	1:100

STUDIE – NÁVRH SCHODIŠTĚ	S2.01	HLAVNÍ SCHODIŠTĚ	
	S2.02	VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ	

STUDIE – SKLADBA KONSTRUKCE	S3.01	S1 – Keramická dlažba (podlaha na zemině)	
	S3.02	S2 – Vinylové dílce (podlaha na zemině)	
	S3.03	S3 – Polyuretanová stěrka (podlaha na zemině)	
	S3.04	S4 – Keramická dlažba (podlaha na stropu)	
	S3.05	S5 – Vinylové dílce (podlaha na stropu)	
	S3.06	S6 – Polyuretanová stěrka (podlaha na stropu)	
	S3.07	S7 – Terasa na zemině	
	S3.08	S8 – Terasa na stropu	
	S3.09	S9 – Obvodová stěna	
	S3.10	S10 – Obvodová stěna na zemině	
	S3.11	S11 – Střecha	

STUDIE – PROSTUP TEPLA	S4.01	S1 – Keramická dlažba (podlaha na zemině)	
	S4.02	S2 – Vinylové dílce (podlaha na zemině)	
	S4.03	S3 – Polyuretanová stěrka (podlaha na zemině)	
	S4.04	S4 – Keramická dlažba (podlaha na stropu)	
	S4.05	S5 – Vinylové dílce (podlaha na stropu)	
	S4.06	S8 – Terasa na stropu	
	S4.07	S9 – Obvodová stěna	
	S4.08	S10 – Obvodová stěna na zemině	
	S4.09	S11 – Střecha	

P2/ VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE

VÝKRESY TVARU:	T1.01	STROPNÍ DESKA – SD1	1:100
	T1.02	STROPNÍ DESKA - SD2	1:100
	T1.03	ŘEZ A-A	1:100

	T1.04	ŘEZ B-B	1:100
	T1.05	ŘEZ C-C	1:100
	T1.06	HLAVNÍ SCHIŠTĚ - S	1:25
VÝKRESY VÝZTUŽE:	V1.01	STROPNÍ DESKA - SD2 - HORNÍ POVRCH DESKY	1:50
	V1.02	STROPNÍ DESKA - SD2 - DOLNÍ POVRCH DESKY	1:50
	V1.03	HLAVNÍ SCHODIŠTĚ - S - SCHODIŠŤOVÝ STUPEŇ	1:10
	V1.04	OBVODOVÁ STĚNA - S1 - VNITŘNÍ POVRCH DESKY	1:50
	V1.05	OBVODOVÁ STĚNA - S1 - VNĚJŠÍ POVRCH DESKY	1:50
	V1.06	OBVODOVÁ STĚNA - S2 - 1NP	1:50
	V1.07	OBVODOVÁ STĚNA - S2 - 2NP	1:50

P3/ STATICKÝ VÝPOČET